



LII Congreso Anual de la SECV.  
Burgos, 3 - 6 octubre 2012  
Universidad de Burgos

Programa **G<sub>eo</sub>m**ateriales  
Conservación del Patrimonio

## Influencia del proceso de elaboración en el deterioro y conservación de materiales cerámicos: ejemplo en el Antiguo Hospital de Jornaleros de Maudes, Madrid (España)

**E.M. PÉREZ-MONSERRAT, M. ÁLVAREZ DE BUERGO, R. FORT, P. LÓPEZ-ARCE, M.J. VARAS-MURIEL**

Instituto de Geociencias IGEO (CSIC-UCM), Madrid

Departamento de Petrología y Geoquímica de la Facultad Ciencias Geológicas (UCM), Madrid



UNIÓN EUROPEA  
Fondo Social Europeo  
*El Fondo Social Europeo Invierte en tu futuro*





1. INTRODUCCIÓN
2. PANELES CERÁMICOS:  
Elaboración (originales - sustitución)
3. MOSAICO DE AZULEJOS:  
Elaboración (originales - reposición)
4. FORMAS DETERIORO
5. METODOLOGÍA
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN
7. CONCLUSIONS

## 1. INTRODUCCIÓN: Antiguo Hospital de Maudes





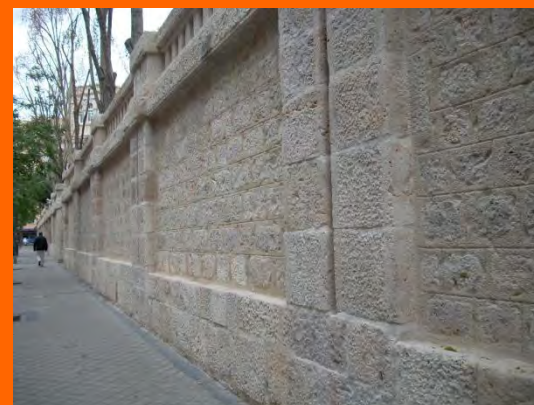
## 1. INTRODUCCIÓN: Antiguo Hospital de Maudes



1986 aprox..



## 1. INTRODUCCION: Materiales de construcción





## INTRODUCCION: Materiales de construcción





## INTRODUCCIÓN: Materiales cerámicos



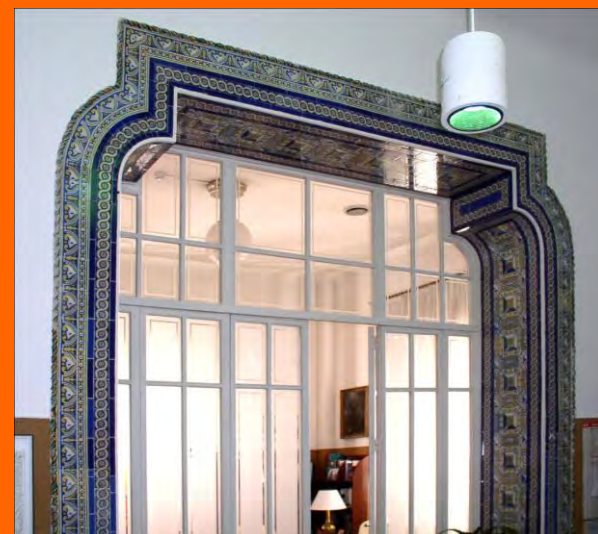


## 1. INTRODUCCIÓN: Materiales cerámicos



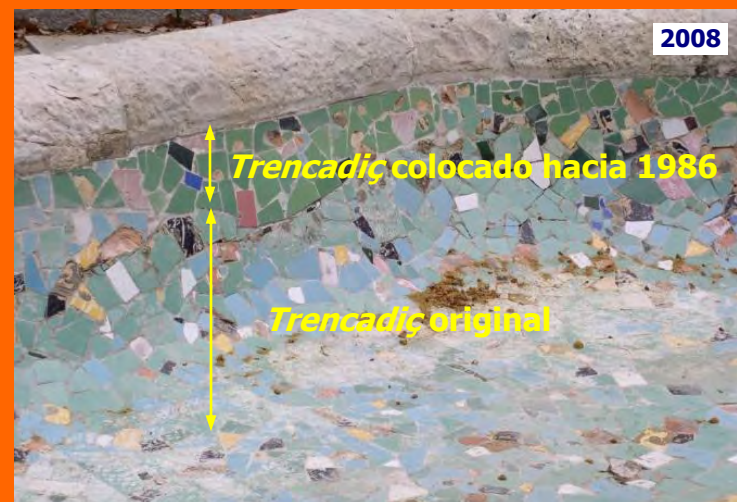
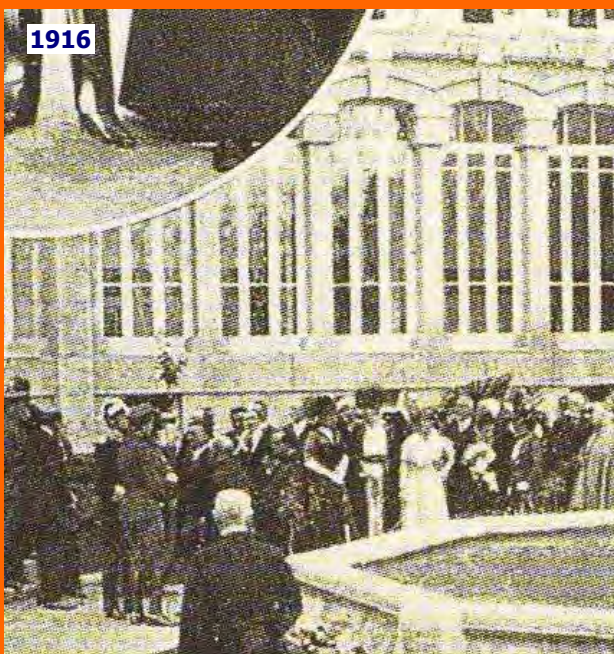
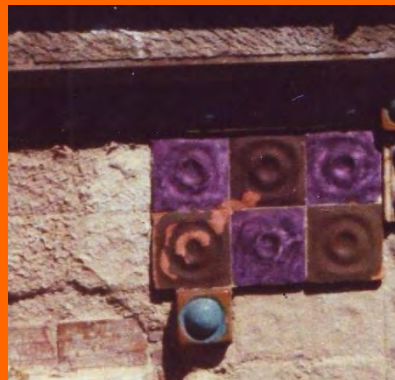


## 1. INTRODUCCIÓN: Materiales cerámicos





## 1. INTRODUCCIÓN: Materiales cerámicos hasta 1986





## 2. PANELES CERAMICOS: originales y de sustitución

Panel con 32 azulejos gota de agua enmarcado por guirnalda en alto relieve (cordón + botón en esquina)



## 2. PANELES CERAMICOS ORIGINALES: elaboración



- 1914 (cierre fronteras I Guerra Mundial)
- Materias primas: arcillas rojas (ricas en hierro) y sílice Bernuy de Porreros  
*Unidad dolomías rojas y arcillas / Unidad arenas y arcillas de Segovia*  
*Diques de cuarzo leucogranitos de Bernuy*
- Hornos de llama directa por fuego de leña de pino (atmósfera oxidante)
- Cocción pastas 1100-1200°C ("gran fuego")

*Perla 1990, Rubio-Celada 2004*

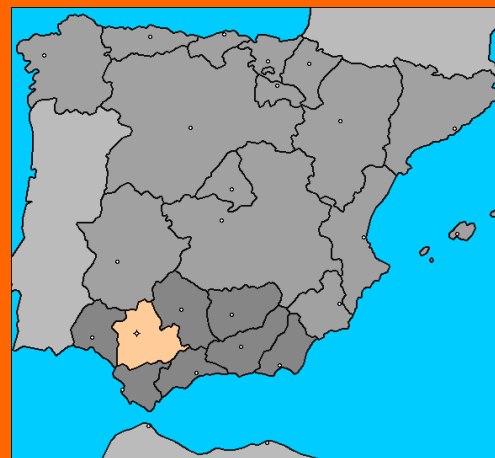


## 2. PANELES CERAMICOS ACTUALES: elaboración



- Hacia 1985
- La Cañada de Humanes (Madrid) por la empresa Realizaciones Artísticas Bora
- Se prestó especial atención a la selección de arcillas refractarias que resistieran mejor las condiciones ambientales
- Materias primas: barro proximidades de Valdemorillo (Madrid) mezclado con tierras de Segovia, importante cantidad de chamota de Alcañiz (Teruel) y mucho cuarzo
  - Fangos arcósicos miocenos / depósitos arcillosos rojizos de fangos paleógenos
  - Unidad gravas, arenas silíceas y arcillas del Cretácico Superior-Paleógeno
  - Arcillas, areniscas y conglomerados del Oligoceno y Mioceno / arcillas paleocenas
- Fabricación de las piezas semimanualmente, se emplearon moldes de aluminio
- La cocción en hornos eléctricos de resistencias en atmósferas oxidantes (1200-1250°C)

### 3. MOSAICO DE AZULEJOS ORIGINALES Y DE SUSTITUCIÓN: elaboración



#### Originales:

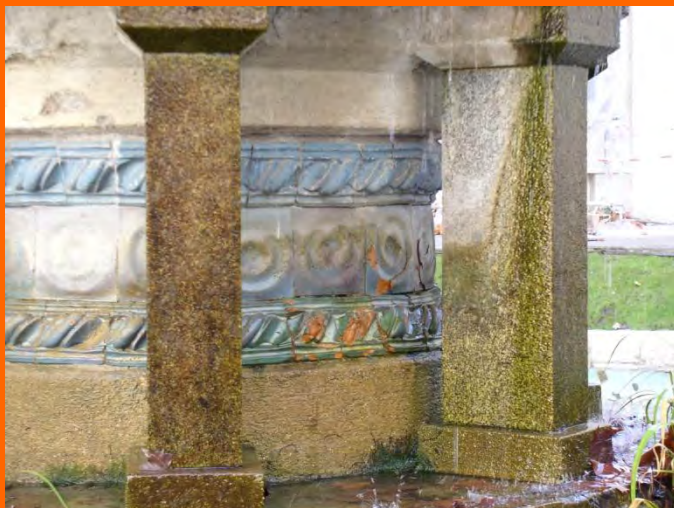
- Fragmentos sobrantes de los zócalos cerámicos interiores
- Casa Manuel Ramos Rejano (Sevilla)
- La Vega del Guadalquivir (sedimentos aluviales cuaternarios) tejares y alfares: arcillas rojizas y otras más claras, ambas ricas en carbonato cálcico

#### Reposición:

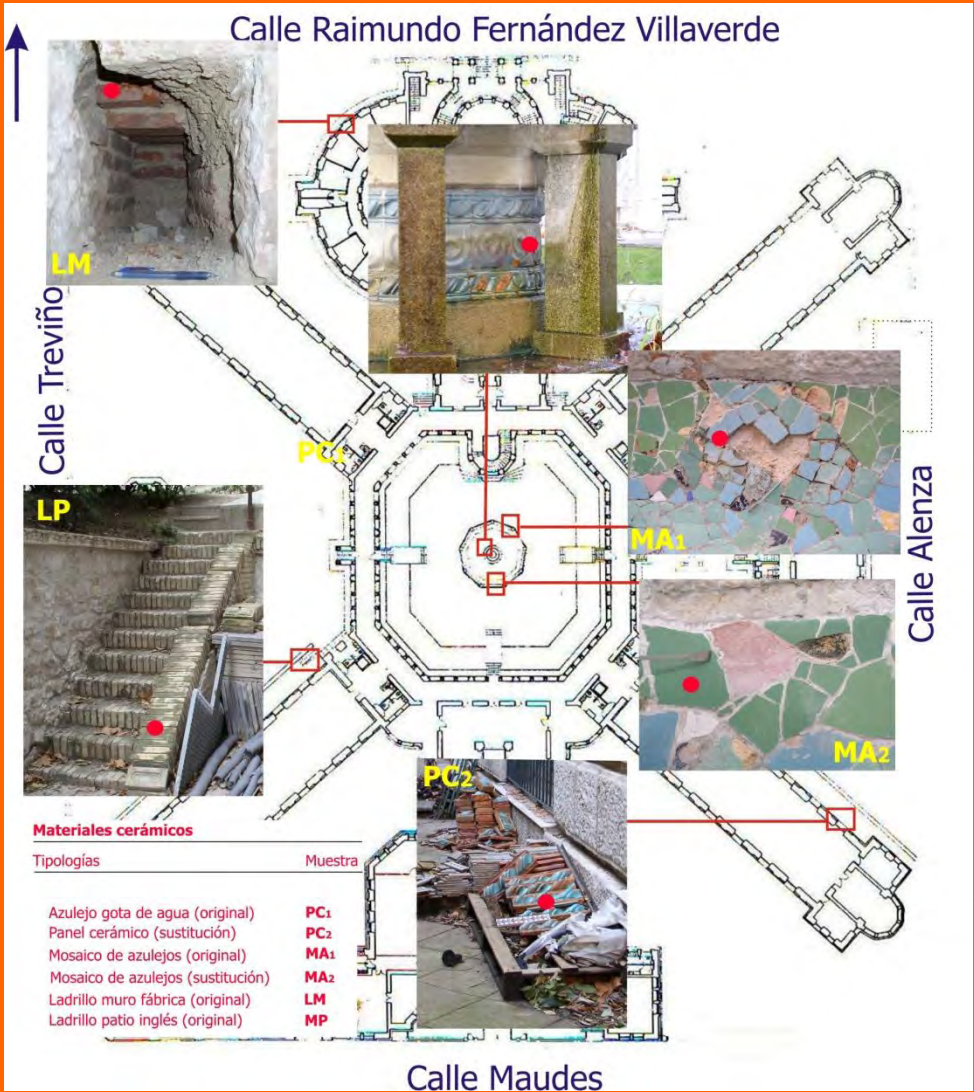
- Fragmentos sobrantes de los azulejos elaborados para restauración zócalos cerámicos interiores
- Barro rojo, pasta de mimbre y arenas de El Molar (arenas cuaternarias ricas en sílice y gravas)
- Cocción 1030°C
- Escuela de Cerámica de Madrid



## 4. FORMAS DE DETERIORO



## 5. METODOLOGIA

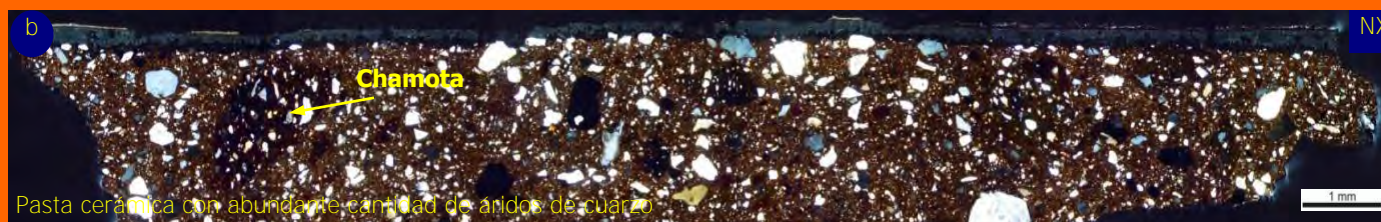
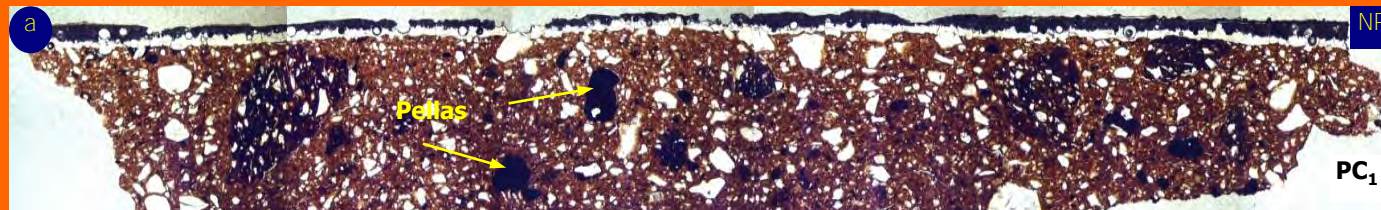


Tipo	Época	Muestra	Técnicas de caracterización
Paneles cerámicos	1914 (original)	PC1	MOP, DRX, PIM y MEB-EDX
	±1985 (sustitución)	PC2	MOP, DRX, PIM y MEB-EDX
Mosaico azulejos	±1915 (original)	MA1	MOP, DRX, PIM y MEB-EDX
	±1985 (sustitución)	MA2	MOP, DRX, PIM y MEB-EDX
Ladrillos	Original	LM	MOP, DRX, PIM y MEB-EDX
	Original	LP	MOP, DRX, PIM y MEB-EDX



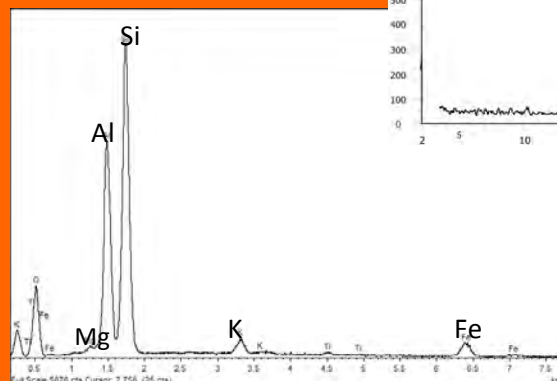
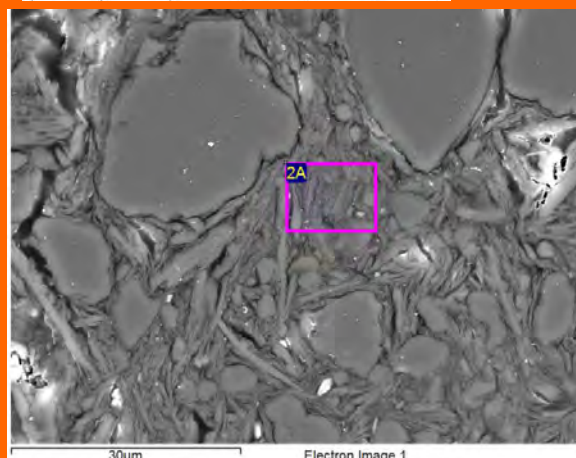
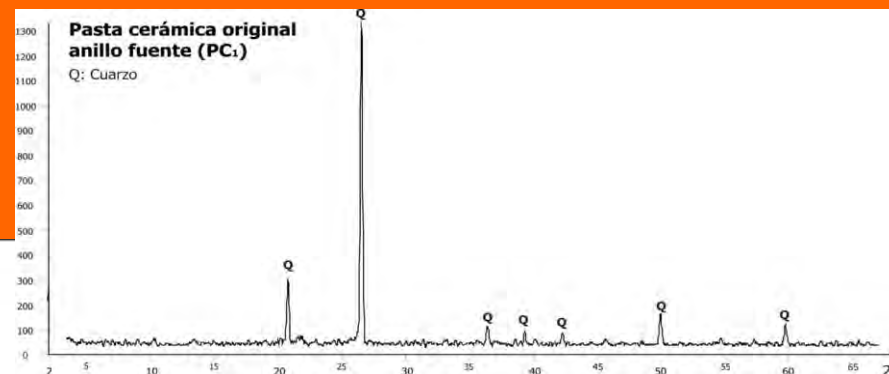
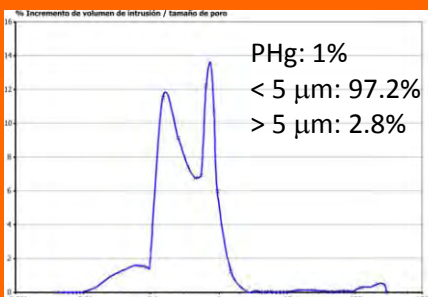
## 6. RESULTADOS Y DISCUSION

### 6a. Paneles cerámicos originales



Pasta cerámica con abundante cantidad de áridos de cuarzo

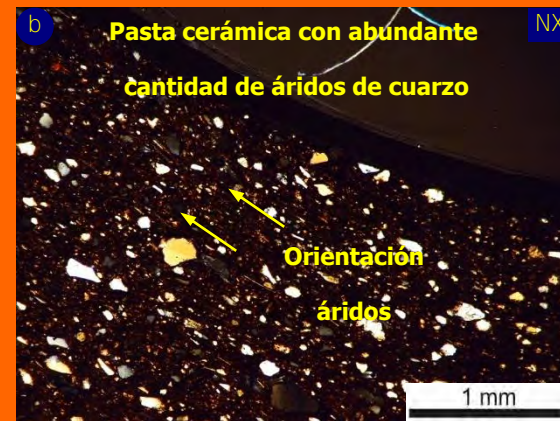
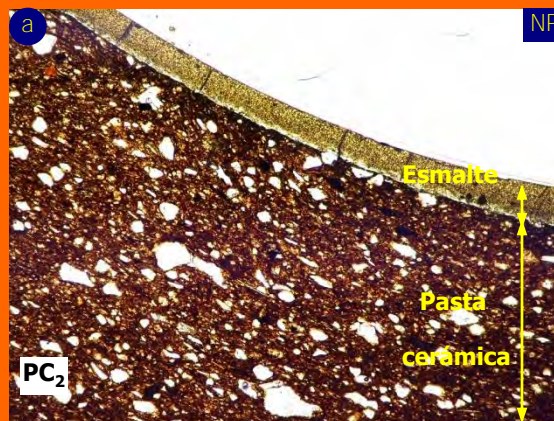
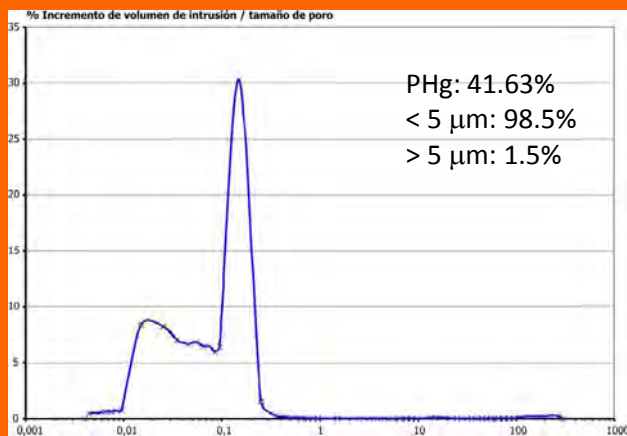
Árido:pasta 3:1  
Chamota  
PHg: 1%  
Baja temperatura (gran fuego???)



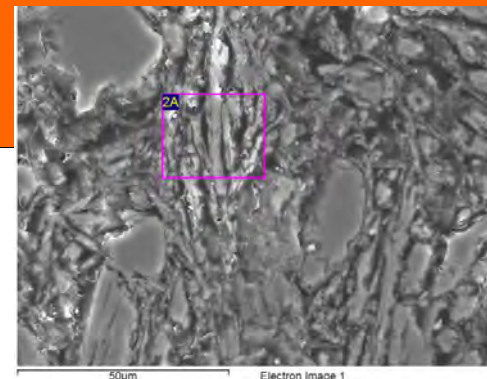
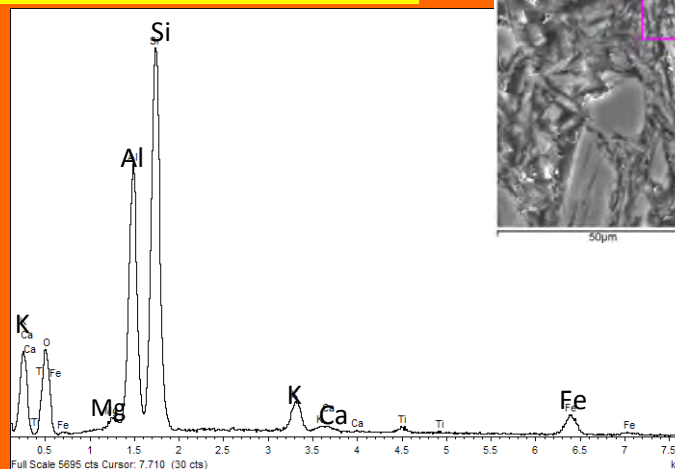
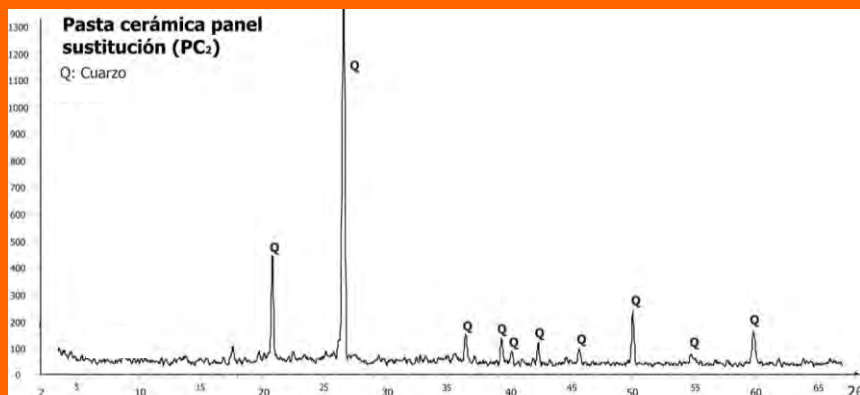
No existe porosidad  
No existe desgasificación  
No ha pasado temperatura de descomposición de las illitas  
(900°C)

## 6. RESULTADOS Y DISCUSION

### 6b. Paneles cerámicos sustitución



Homogeneidad textural (árido:pasta 3:1)  
Chamota no observada/ alta temperatura  
PHg: >> PC1  
Orientación áridos (extrusión)

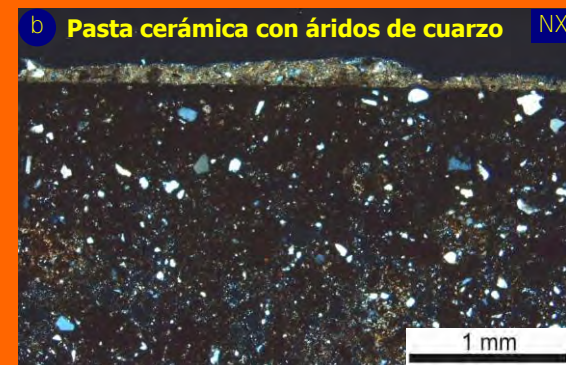
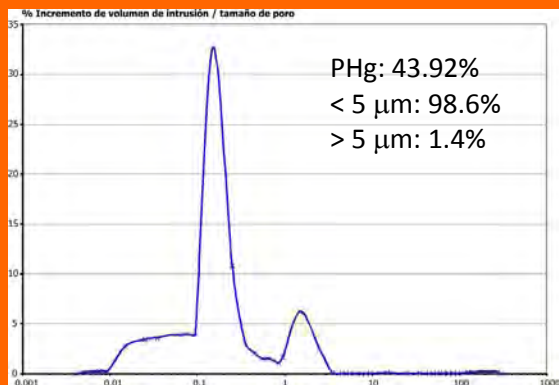
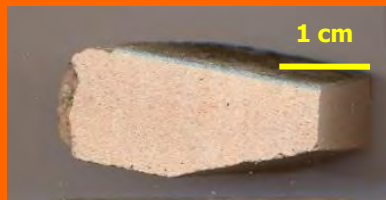


Ciertos flujos  
Alta temperatura  
(1200-1250°C)

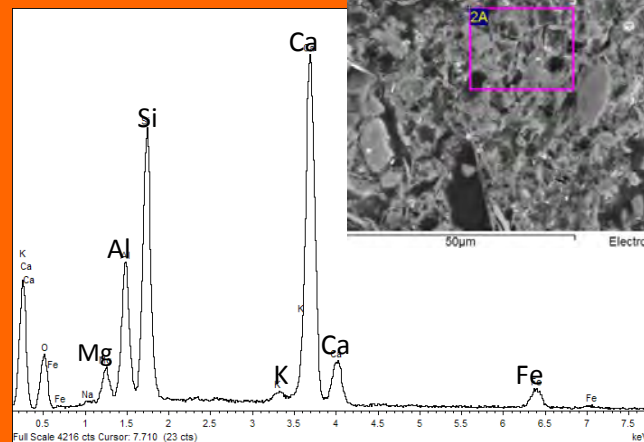
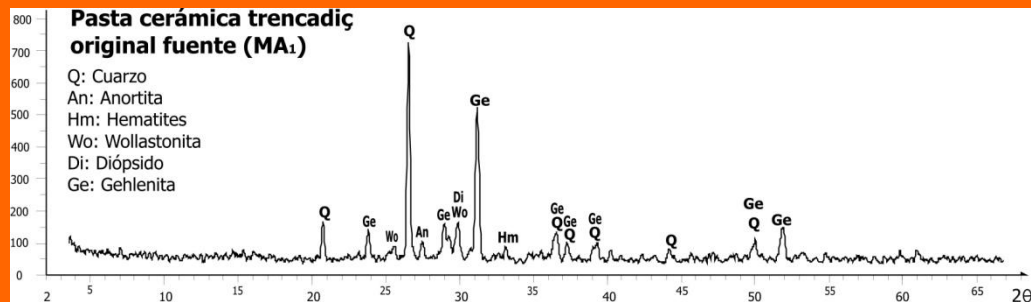
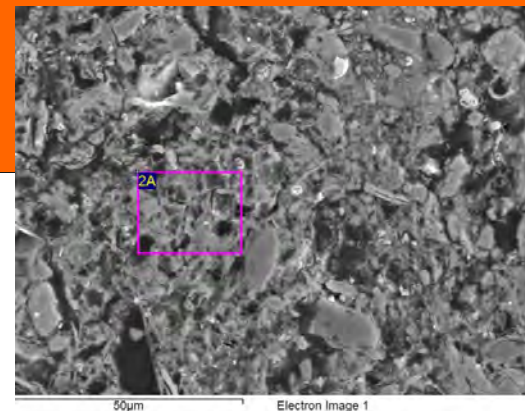


## 6. RESULTADOS Y DISCUSION

### 6c. Mosaico azulejo original



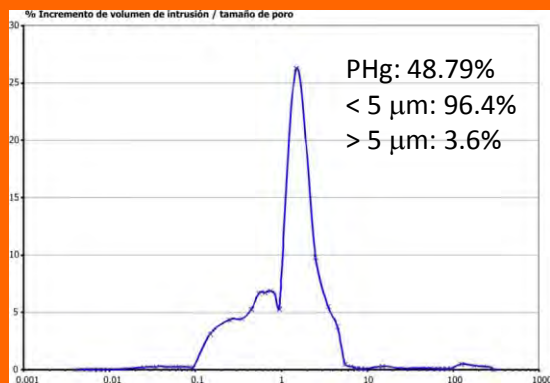
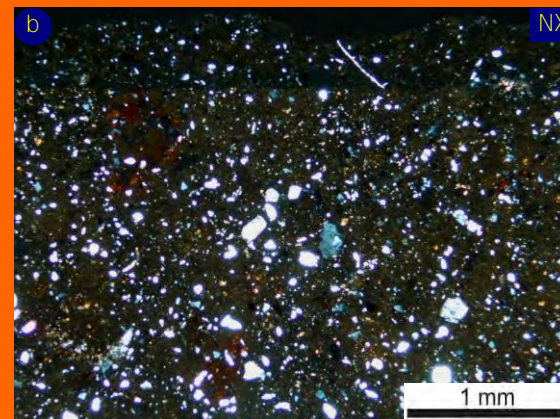
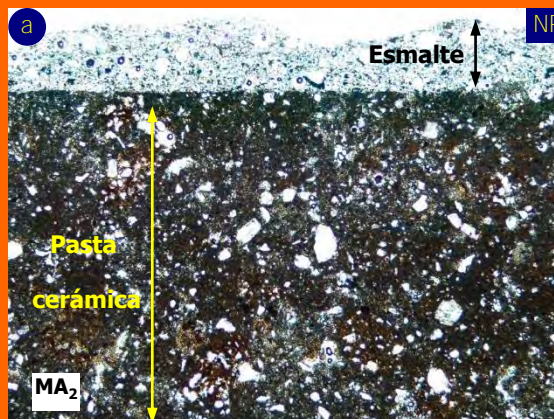
Árido:pasta 1:3  
Doble recocido  
PHg elevada  
Wo, Ge y Di: arcillas ricas en CaCO<sub>3</sub> y/o  
CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>  
Ge > Di, Wo & An (>800°C)



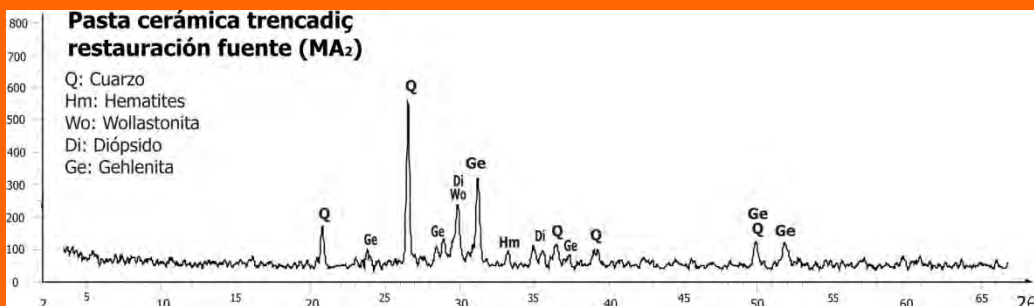
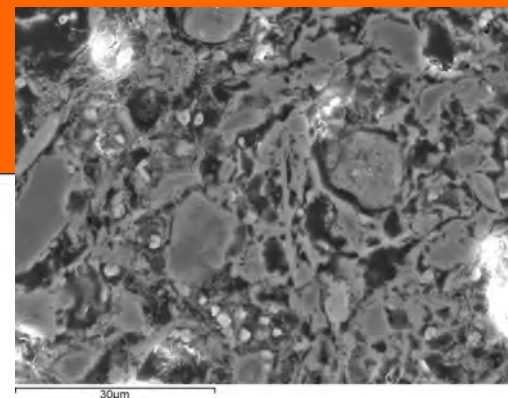
Poros por descomposición  
de arcillas y de carbonatos

## 6. RESULTADOS Y DISCUSION

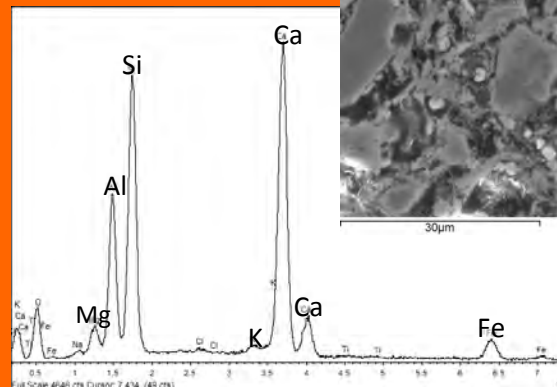
### 6c. Mosaico azulejo reposición



Árido:pasta 3:1 (pastas mas resistentes)  
PHg elevada ( $\approx$ MA1)  
Wo, Ge y Di: arcillas ricas en  $\text{CaCO}_3$  y/o  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$   
 $\text{Ge} \approx \text{Di} \& \text{Wo} (>>800^\circ\text{C})$



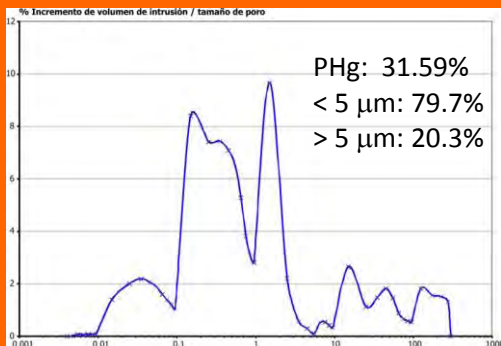
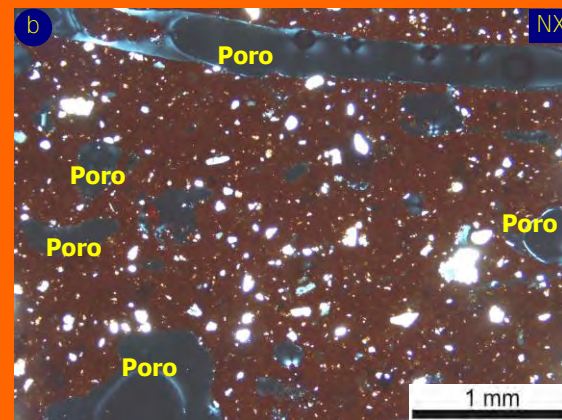
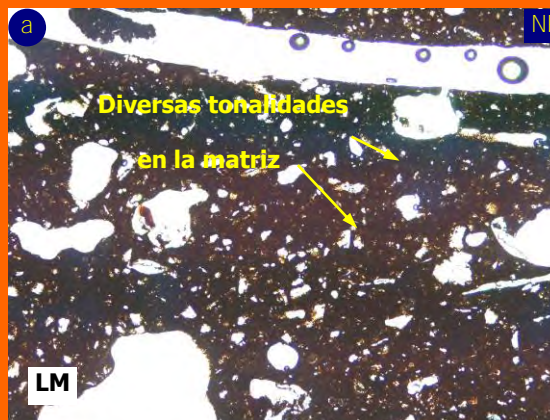
Elevada porosidad  
Desgasificación de las arcillas



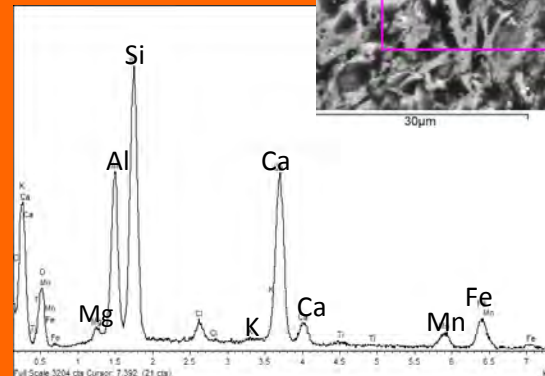
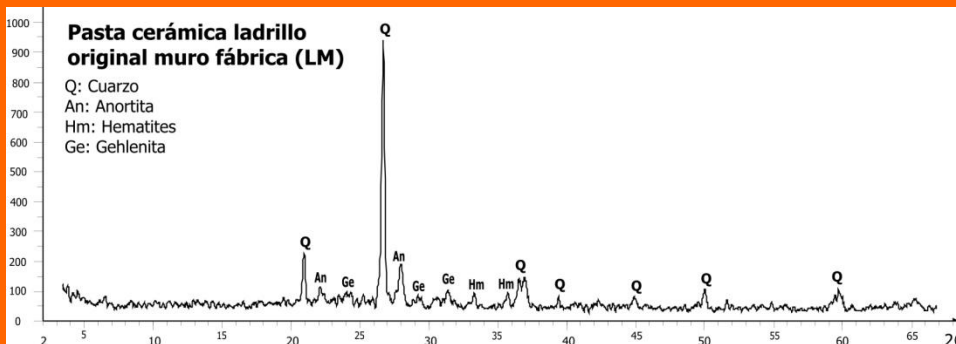
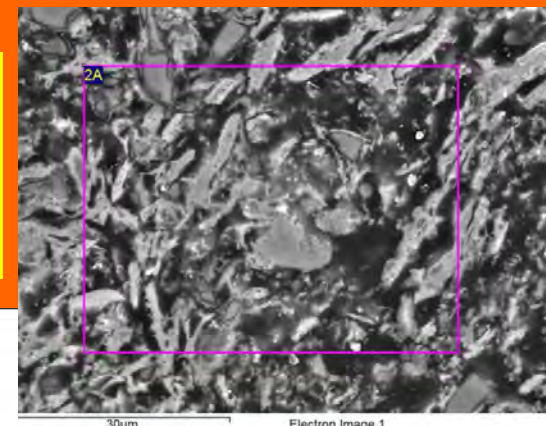


## 6. RESULTADOS Y DISCUSION

### 6e. Ladrillo fábrica original



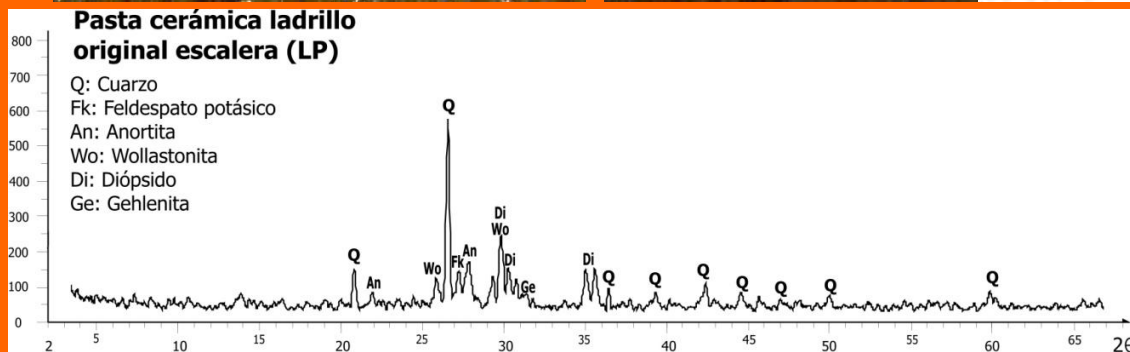
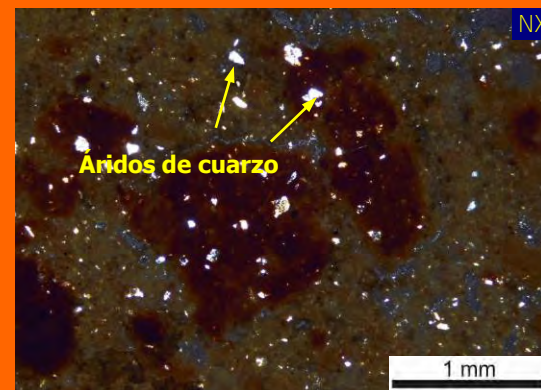
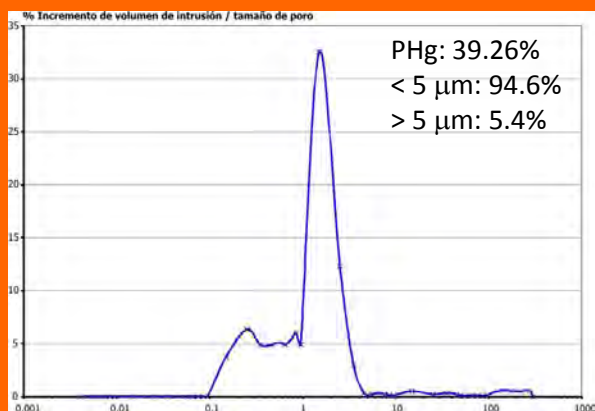
Árido:pasta 1:2  
Menor microporosidad  
Heterogeneidad cromática: atm. no controladas y/o M.O  
Prensado artesanal (tejaes cercanos)  
Ge y An: arcillas caoliníticas y calcita  
Ge & An (>950°C)



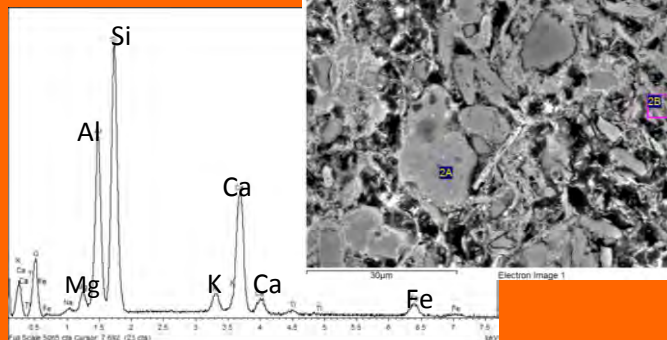
Cierto flujo  
Inicio reacciones  
descomposición

## 6. RESULTADOS Y DISCUSION

### 6f. Ladrillo patio original



#### Porosidad desgasificación de carbonatos Sinterización



Árido:pasta 1:4

Heterogeneidad cromática:  
por adición chamota

Merticulosa elaboración

Wo, Ge y Di: arcillas ricas en  $\text{CaCO}_3$   
y/o  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$

Ge < Di, Wo & An (>>1200°C)





## 7. CONCLUSIONES

### PASTAS PANELES CERÁMICOS

Originales: chamota, 3:1. Además de carecer aditivos acostumbraba Zuloaga, no alcanzó “gran fuego” (SEM no > 900°C). PHg (1%, predominio microporosidad). Localización fuente

Sustitución: 3:1. Mayor homogeneidad textural. Refractariedad: con áridos (3:1) y altas temperaturas (Documentación y en SEM). PHg (42%, predominio microporosidad)

### PASTAS MOSAICO DE AZULEJOS

Originales: 1:3. Arcillas ricas en  $\text{CaCO}_3$  y/o  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ . 800°C

Reposición: Refractariedad: 3:1 y mayores  $t^a$  cocción (>950°C).

### PASTAS LADRILLOS ORIGINALES

Fábrica: prensado artesanal y atmósferas no controladas. Mezcla de arcillas caoliníticas y calcita. >950°C

Pacios: Elevada cantidad chamota y elevadas  $t^a$  cocción (>1.000°C) conferieren elevada resistencia



# GRACIAS POR SU ATENCIÓN

## AGRADECIMIENTOS:

**José María la Calle,**

Subdirector de la Dirección Gral. de Arquitectura y Urbanismo de la Comunidad de Madrid

**José María Cabrera,**

Gerente de la empresa de restauración del patrimonio cultural CPA, S.A

**Mariam Barajas, Iván Serrano, Eugenio Baldonado, Inmaculada Ruíz y Javier Rodríguez,**

Instituto de Geociencias (IGEO) y Universidad Complutense de Madrid

**Antonio Perla, Abrahám Rubio-Celada,**

**Fernando Agua, Manuel García-Heras y Jesús María Rincón**

**Programas Geomateriales (S2009-MAT1629) y Consolider (CSD2007-00058)**